



PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11) Publication number: **2003151921 A**(43) Date of publication of application: **23.05.03**

(51) Int. Cl.

H01L 21/301
B23K 26/00
H01L 33/00
// B23K101:40

(21) Application number: **2001344853**(22) Date of filing: **09.11.01**

(71) Applicant: **SANYO ELECTRIC CO**
LTD TOTTORI SANYO ELECTRIC
CO LTD

(72) Inventor: **YAMAMOTO SHIGERU**
YAGI KATSUMI

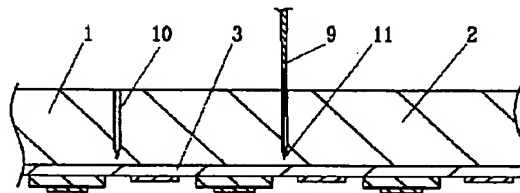
(54) COMPOUND SEMICONDUCTOR AND METHOD
OF MANUFACTURING THE SAME

(57) Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a method of manufacturing which has fewer shape anomalies, as compared to the scribing method, to stabilize the yield.

SOLUTION: A compound semiconductor wafer 1, having at least two or more semiconductor layers 3 on the surface of a substrate 2, is divided by forming grooves 10 on the backside of the substrate 2, using a laser beam 9 of a wavelength that generates absorption in the substrate 2 and dividing the wafer 1 along with the grooves 10. The depth of the grooves 10, formed by the laser beam 9, is set at the thickness of the substrate 2 or 30% or more and 95% or less of the thickness starting from the backside of the substrate 2 to a PN junction 6 in the semiconductor layers.

COPYRIGHT: (C)2003,JPO



(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公 開 特 許 公 報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開2003-151921

(P2003-151921A)

(43)公開日 平成15年5月23日(2003.5.23)

(51)Int.Cl.⁷

識別記号

F I

テーマコード(参考)

H 0 1 L 21/301

B 2 3 K 26/00

D 4 E 0 6 8

B 2 3 K 26/00

H 0 1 L 33/00

C 5 F 0 4 1

H 0 1 L 33/00

B 2 3 K 101:40

// B 2 3 K 101:40

H 0 1 L 21/78

B

審査請求 未請求 請求項の数12 O L (全 5 頁)

(21)出願番号 特願2001-344853(P2001-344853)

(22)出願日 平成13年11月9日(2001.11.9)

(71)出願人 000001889

三洋電機株式会社

大阪府守口市京阪本通2丁目5番5号

(71)出願人 000214892

鳥取三洋電機株式会社

鳥取県鳥取市南吉方3丁目201番地

(72)発明者 山本 茂

鳥取県鳥取市南吉方3丁目201番地 鳥取

三洋電機株式会社内

(74)代理人 100111383

弁理士 芝野 正雅

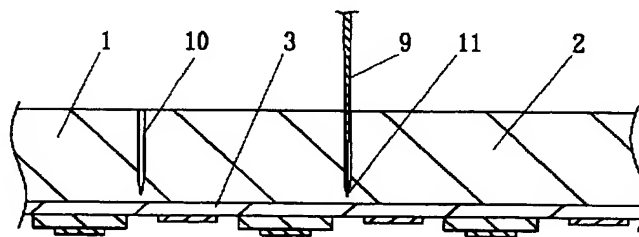
最終頁に続く

(54)【発明の名称】 化合物半導体とその製造方法

(57)【要約】

【課題】 本発明は、スクライブ法に比べて形状異常が少なく、歩留を安定させる製造方法を提供することを課題とする。

【解決手段】 基板2の表面側に少なくとも2層以上の半導体層3を有する化合物半導体ウエハ1を分割するにあつて、前記基板2に吸収が生じる波長のレーザー光9を用いて前記基板2の裏面側に溝10を形成し、この溝10に沿って前記ウエハ1を分割すること特徴とする。前記レーザー光9によって形成する溝10の深さを、前記基板2の厚さ、または前記基板2の裏面から前記半導体層のPN接合部6までの厚みの30%以上95%以下とした。



【特許請求の範囲】

【請求項 1】 基板の表面側に少なくとも 2 層以上の半導体層を有する化合物半導体ウエハを分割するにあって、前記基板に吸収が生じる波長のレーザー光を用いて前記基板の裏面側に溝を形成し、この溝に沿って前記ウエハを分割すること特徴とする化合物半導体の製造方法。

【請求項 2】 前記レーザー光によって形成する溝の深さを、前記基板の厚さ、または前記基板の裏面から前記半導体層の P-N 接合部までの厚みの 30% 以上 95% 以下とすることを特徴とする請求項 1 記載の化合物半導体の製造方法。

【請求項 3】 前記レーザー光によって形成する溝を二回以上に分けて形成し、順次レーザー光のエネルギーレベルを低減させて半導体層へのダメージを低減することを特徴とする請求項 1、2 のいずれかに記載の化合物半導体の製造方法。

【請求項 4】 前記レーザー光で、ガウシアン分布形状のビームプロファイルを用いることにより、溝の先端を V 字型にすることを特徴とする請求項 1 から 3 のいずれかに記載の化合物半導体の製造方法。

【請求項 5】 前記レーザー光の焦点を溝形成の最下点に設定することを特徴とする請求項 1 から 4 のいずれかに記載の化合物半導体の製造方法。

【請求項 6】 基板の表面側に上に少なくとも 2 層以上の半導体層を有する化合物半導体ウエハにあって、前記基板と前記半導体層の界面領域に前記基板より短波長側に光吸収端を有する層を形成し、前記基板に吸収が生じる短波長領域の波長を選択したレーザー光を用いて前記基板の裏面側に溝を形成し、この溝に沿って前記ウエハを分割すること特徴とする化合物半導体の製造方法。

【請求項 7】 前記吸収層は、前記溝を形成する位置、寸法に略一致する形状に選択的に形成したこと特徴とする請求項 6 に記載の化合物半導体の製造方法。

【請求項 8】 前記レーザー光において、シェイブドビームのビームプロファイルを用いることにより、溝の先端を平坦にすることを特徴とする請求項 6 もしくは 7 記載の化合物半導体の製造方法。

【請求項 9】 前記レーザー光による溝を、基板と半導体層の界面に形成した前記吸収層に到達するまで形成することを特徴とする請求項 6 から 8 のいずれかに記載の化合物半導体の製造方法。

【請求項 10】 前記基板が窒化ガリウム、炭化珪素またはサファイアで、半導体層が窒化物系化合物半導体であり、レーザー光波長が 500 nm 以下である請求項 1 から 9 のいずれかに記載の化合物半導体の製造方法。

【請求項 11】 前記請求項 1 から 10 のいずれかに記載の製造方法で製造されたことを特徴とする化合物半導体。

【請求項 12】 基板の表面側に上に少なくとも 2 層以

上の半導体層を有する化合物半導体であって、前記基板と前記半導体層の界面領域に前記基板より短波長側に光吸収端を有する吸収層が形成され、この吸収層がレーザー光によって前記基板に溝を形成する際の前記レーザー光の吸収に用いられること特徴とする化合物半導体。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は、化合物半導体とその製造方法に関し、特に、化合物半導体ウエハにレーザー光によって溝を形成し、この溝に沿ってウエハを素子形状に分離・分割する製造方法に関する。

【0002】

【従来の技術】 従来、化合物半導体ウエハを個別の素子形状に分割を行う方法として、ダイヤモンド粒子を用いて行うダイシング法が主流であった。また、近年、窒化物化合物半導体を用いた紫外～緑色発光素子が量産化されているが、高硬度のサファイア基板を用いるためダイシング法では切断が困難であり、ダイヤモンドポイントで罫書き線を形成して割るスクライブ法が用いられている。

【0003】

【発明が解決しようとする課題】 ダイシング法は切断面に機械的ストレスが生じるため、チップングやクラックが生じやすい。そのため、歩留、信頼性の低下を生じさせ易く、ブレードの管理等も重要な要素となっている。そのストレスに起因して、素子サイズを小型化、薄型化するに際して制約を生じさせている。

【0004】 スクライブ法は浅く形成した罫書き線に沿って強制的に分割するため、形状異常が生じやすく、歩留を安定させる事が困難であった。また、へき開方向やウエハ厚み、チップサイズ(幅)等、設計に際して多くの制約を生じる方法となっている。

【0005】 また、ダイシング、スクライブ法はそれぞれダイシングブレード、スクライブポイントの部品を用いるが、高硬度の材料(サファイア等)を加工する場合は劣化が著しく、頻繁な交換が必要であり、その部品の良否によっても歩留を大きく左右する。

【0006】 そこで本発明は、機械的ストレスが少なく、チップングやクラックの発生を抑制することを課題の 1 つとする。また、素子サイズを小型化、薄型化することを課題の 1 つとする。また、スクライブ法に比べて形状異常が少なく、歩留を安定させる事を課題の 1 つとする。また、へき開方向やウエハ厚み、チップサイズ(幅)等、設計に際して制約の少ない製造方法を提供することを課題の 1 つとする。

【0007】

【課題を解決するための手段】 本発明の製造方法は、請求項 1 に記載のように、基板の表面側に少なくとも 2 層以上の半導体層を有する化合物半導体ウエハを分割するにあって、前記基板に吸収が生じる波長のレーザー光を

用いて前記基板の裏面側に溝を形成し、この溝に沿って前記ウエハを分割すること特徴とする。

【0008】本発明の製造方法は、請求項2に記載のように、前記レーザー光によって形成する溝の深さを、前記基板の厚さ、または前記基板の裏面から前記半導体層のPN接合部までの厚みの30%以上95%以下とすることを特徴とする。

【0009】本発明の製造方法は、請求項3に記載のように、前記レーザー光によって形成する溝を二回以上に分けて形成し、順次レーザー光のエネルギーレベルを低減させて半導体層へのダメージを低減することを特徴とする。

【0010】本発明の製造方法は、請求項4に記載のように、前記レーザー光で、ガウシアン分布形状のビームプロファイルを用いることにより、溝の先端をV字型にすることを特徴とする。

【0011】本発明の製造方法は、請求項5に記載のように、前記レーザー光の焦点を溝形成の最下点に設定することを特徴とする。

【0012】本発明の製造方法は、請求項6に記載のように、基板の表面側に上に少なくとも2層以上の半導体層を有する化合物半導体ウエハにあって、前記基板と前記半導体層の界面領域に前記基板より短波長側に光吸収端を有する層を形成し、前記基板に吸収が生じる短波長領域の波長を選択したレーザー光を用いて前記基板の裏面側に溝を形成し、この溝に沿って前記ウエハを分割すること特徴とする。

【0013】本発明の製造方法は、請求項7に記載のように、前記吸収層は、前記溝を形成する位置、寸法に略一致する形状に選択的に形成したこと特徴とする。

【0014】本発明の製造方法は、請求項8に記載のように、前記レーザー光において、シェイプドビームのビームプロファイルを用いることにより、溝の先端を平坦にすることを特徴とする。

【0015】本発明の製造方法は、請求項9に記載のように、前記レーザー光による溝を、基板と半導体層の界面に形成した前記吸収層に到達するまで形成することを特徴とする。

【0016】本発明の製造方法は、請求項10に記載のように、前記基板が窒化ガリウム、炭化珪素またはサファイアで、半導体層が窒化物系化合物半導体であり、レーザー光波長が500nm以下であることを特徴とする。

【0017】本発明の半導体は、請求項11に記載のように、上記のいずれかに記載の製造方法で製造されたことを特徴とする。

【0018】本発明の半導体は、請求項12に記載のように、基板の表面側に上に少なくとも2層以上の半導体層を有する化合物半導体であって、前記基板と前記半導体層の界面領域に前記基板より短波長側に光吸収端を有

する吸収層が形成され、この吸収層がレーザー光によって前記基板に溝を形成する際の前記レーザー光の吸収に用いられること特徴とする化合物半導体。

【0019】

【発明の実施の形態】以下、本発明の実施形態について図面を参照して説明する。

【0020】図1に示すように、半導体ウエハ1を準備する。この半導体ウエハ1は、基板の表面側に少なくとも2層以上の半導体層3を有する。基板2は、厚さが250 μ mのサファイア基板としているが、それ以外の厚さのものとする 것도できる。基板2の大きさは、直径が2インチである。基板2の表面側に、n型とp型の窒化物系化合物半導体4, 5が積層して形成されている。n型とp型の半導体層4, 5の間に発光層6が形成される。半導体ウエハ1は、n層4の上にp層5を島状に有するPN接合型化合物半導体ウエハで構成される。

【0021】ウエハ1は、一方の面にn型の電極7とp型の電極8を備える。n型の半導体層4にはn型用の電極7を接続し、p型の半導体層5にはp型用の電極8を接続している。

【0022】図2に示すように、上記のウエハ1が表裏反転され、基板2の裏面側からレーザー光9の照射が行われる。このレーザー光9は、基板2にて大きな光吸収が生じる短波長領域の波長を有するものを選択した。レーザー光9の波長は、500nm以下とするのが良い。この例では、レーザー光9は、固体レーザーであるYAGレーザー(波長が1.06 μ m)の第3高調波(波長が355nm)を用いた高出力パルスレーザーを利用した。

【0023】このレーザー光9を、ウエハ1のX方向、あるいはY方向に走査することによって、ウエハ1の裏面に溝10を形成する。レーザー光のビームプロファイルはガウシアン分布の波形のものを用いた。ガウシアン分布、すなわち中心に出力のピーク分布を持つレーザー波形を用いることにより、溝10の底の断面形状をV字形状とすることができた。レーザー光9の焦点は基板2内部の基板表面近傍に設定した。レーザー光9のパルス周波数は10kHzとした。走査のスピードは、0.75mm/secとした。レーザー光9による走査は、半導体層3と電極7, 8の形成パターンに従ったピッチで行なった。この例では、レーザー光9による走査を350 μ mのピッチでX方向とY方向に行なった。

【0024】この時、基板2に形成される溝10は、図5に断面写真で示す形状であり、その深さは240 μ mであった。溝10は、最上部の幅が30 μ m、最下部の幅が10 μ m以下であった。基板2の厚さが250 μ mであるので、溝10は基板2の表面に達しない。溝10の深さは、基板2の厚さの30%以上とするのが、分割時の歩留まりを高める上で好ましい。溝10の深さは、基板2の裏面から半導体層3のPN接合迄の厚さの95%以下とするのが、発光層6に与えるダメージを少なく

する上で好ましい。溝 10 の深さは、基板 2 の厚さの 50 % 以上 95 % 以下とするのが、分割時の歩留まりを高め、発光層 6 に与えるダメージを少なくする上で好ましい。

【0025】X（横）方向とY（縦）方向に複数の溝 10 が形成されたウエハは、基板 2 の裏面側からローラーを用いて加圧することにより、複数の半導体素子に分割され、図 3 に示すように、一辺が $350\mu\text{m}$ の平面四角形の半導体 12 が形成された。X もしくは Y 方向のレーザー光の走査間隔を短くすることにより、素子の縦

（横）寸法は、 $350\mu\text{m}$ よりも短くすることができる。例えば、図 4 に示すように、縦もしくは横方向の長さが基板 2 の厚さよりも短い寸法で、細長の半導体 12 を形成することができる。このような細長の半導体 12 は、基板 2 にサファイア基板のような硬質の基板を用いる半導体素子では形成が困難であったが、レーザー光を照射して基板 2 に深い溝 10 を形成することにより、実現することができた。レーザー光によって半導体層 3 に与えるダメージが少ない領域などの適所に、レーザー光 9 によってウエハ 1 の一部を貫通してミシン目状の切り離し線を形成し、それに沿ってウエハの分割を行なっても良い。

【0026】上記レーザー光による溝形成は、一回の光走査にて行なったが、レーザー光 9 による走査を二回以上に分けて行っても良い。この時、走査の都度、順次レーザー光のエネルギーレベルを低減させて半導体層 3 へのダメージを低減することが望ましい。

【0027】溝 10 の先端を V 字型にするためには、前記レーザー光 9 をガウシアン分布形状のビームプロファイルとするのが良い。溝 10 を形成する際、前記レーザー光 9 の焦点 11 を溝形成の最下点に予め設定しておくことが望ましい。

【0028】基板 2 の表面側に少なくとも 2 層以上の半導体層を有する上記の化合物半導体ウエハ 1 にあって、前記基板 2 と前記半導体層 3 の界面領域に前記基板 2 より短波長側に光吸収層を有する吸収層（図示せず）を形成して置くのが望ましい。そして、前記基板 2 に光吸収が生じる短波長領域の波長を選択したレーザー光を用いて前記基板 2 の裏面側に溝 10 を形成し、この溝 10 に沿って前記ウエハを分割することが望ましい。このように吸収層を形成しておくことにより、吸収層がレーザー光 9 の一部を吸収し、その上の発光層 6、あるいは半導体層 3 に与えるダメージを低減することができる。吸収層は、半導体層 3 を形成する際に用いる素材と同じものを用いても良いし、異なる素材を用いても良い。

【0029】前記吸収層は、前記溝 10 を形成する位置、寸法に略一致する形状に選択的に形成して置くのが望ましい。そうすることにより、吸収層が発光層 6 からの光を吸収することに起因する光取り出し効率の低減を抑制することができる。この時の吸収層の幅は、溝 10

の最下部の幅よりも広くするのが好ましい。この時の吸収層の幅は、溝 10 の最上部の幅よりも狭くするのが好ましい。

【0030】前記レーザー光 9 は、ガウシアン分布のビーム部分をカットした出力分布を持つシェイプドビームのビームプロファイルを持つものを用いることができる。このような出力分布のレーザー光を用いることにより、溝 10 の先端を平坦にすることができる。

【0031】前記レーザー光 9 による溝 10 は、基板 2 と半導体層 3 の間、もしくは半導体層 3 の内部に形成した前記吸収層に到達する直前までに形成することが望ましい。また、前記レーザー光 9 による溝 10 は、基板 2 と半導体層 3 の間、もしくは、半導体層 3 内部に形成した前記吸収層に達するまで形成することもできる。

【0032】前記基板 2 は、サファイア基板以外に、窒化ガリウム基板、炭化珪素基板を用いることもできる。それに溝を形成するためのレーザー光の波長は、 500nm 以下とすることが望ましい。

【0033】比較のため、上記の溝 10 に代えて基板 2 の裏面に基板 2 の厚さの 10 % 以下の深さの野書き線を形成してのスクライブ法を採用した分割を行なった。この場合、事実上の分割ができず、歩留りはほぼ 0 % であった。ウエハの厚みを約 $100\mu\text{m}$ に設定し直した条件においても、各種設定の相異によって 10 ~ 50 % のチップング、クラックを含む形状異常品が生じた。これに対して、固体レーザー光を用いた上記の方法による素子分離の結果、外観異常形状の発生はなかった。

【0034】尚、レーザー光 9 による溝形成は、基板 2 の裏側から行なったが、基板 2 の表側から行なうこともできる。

【0035】

【発明の効果】本発明によれば、チップングやクラックの発生を抑制することができる。また、素子サイズを小型化、薄型化することができる。また、スクライブ法に比べて形状異常が少なく、歩留を安定させることができる。また、へき開方向やウエハ厚み、チップサイズ（幅）等、設計に際して制約の少ない製造方法を提供することができる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】本発明の実施形態を示すウエハの要部断面図である。

【図 2】本発明の実施形態を示すウエハの表裏を反転した要部断面図である。

【図 3】本発明の実施形態を示す半導体の斜視図である。

【図 4】本発明の実施形態を示す半導体の斜視図である。

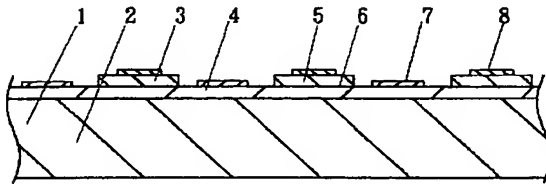
【図 5】本発明の実施形態を示すウエハ（基板部分）の溝近傍の断面を示す写真である。

【符号の説明】

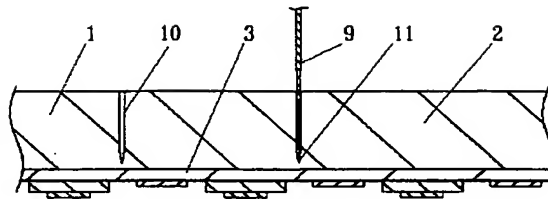
- 1 半導体ウエハ
- 2 基板
- 3 半導体層
- 6 発光層

- 9 レーザー光
- 10 溝
- 12 半導体

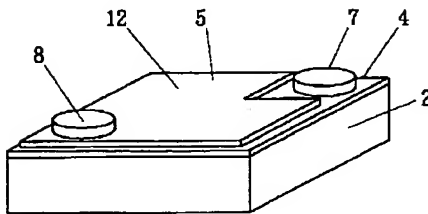
【図1】



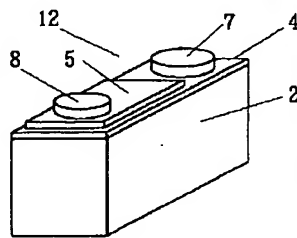
【図2】



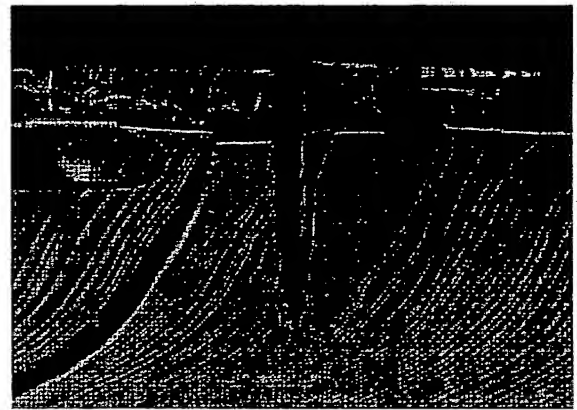
【図3】



【図4】



【図5】



フロントページの続き

(72)発明者 八木 克己
鳥取県鳥取市南吉方3丁目201番地 鳥取
三洋電機株式会社内

Fターム(参考) 4E068 AE01 DA10
5F041 CA40 CA75 CA76 CA77